

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT: SHIN-ICHI NISHI ET AL. )  
 )  
FOR: INKJET RECORDING HEAD )

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450


Dear Commissioner:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-267308 filed on September 12, 2002. The enclosed Application is directed to the invention disclosed and claimed in the above-identified application.

Applicants hereby claim the benefit of the filing date of September 12, 2002, of the Japanese Patent Application No. 2002-267308, under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

Respectfully submitted,

CANTOR COLBURN LLP

By:   
Lisa A. Bongiovi  
Registration No. 48,933  
Cantor Colburn LLP  
55 Griffin Road South  
Bloomfield, CT 06002  
Telephone: (860) 286-2929  
Customer No. 23413

Date: September 8, 2003

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月12日

出願番号

Application Number:

特願2002-267308

[ST.10/C]:

[JP2002-267308]

出願人

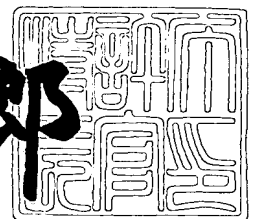
Applicant(s):

コニカ株式会社

2003年 6月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045000

【書類名】 特許願  
【整理番号】 DMY00375  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B41J 2/01  
B41J 2/045

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 西 眞一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 小松 克明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 浅野 和夫

【特許出願人】

【識別番号】 000001270

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代表者】 岩居 文雄

【代理人】

【識別番号】 100101340

【弁理士】

【氏名又は名称】 丸山 英一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 061241

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】                      要約書    1  
【プルーフの要否】            要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インクジェット記録ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項1】 分極された圧電素子に多数の溝を形成してアクチュエータ基板を構成し、該アクチュエータ基板の上面にカバープレートを接着することにより、上記圧電素子により区画される多数の圧力発生室を形成し、隣接する圧力発生室間の圧電素子に電界を印加することにより該圧電素子を変形させて圧力発生室内のインクをノズルプレートに形成されたノズル穴から吐出させるようにしたインクジェット記録ヘッドにおいて、

上記カバープレートは、上記圧電素子よりも熱伝導率が高く、上記カバープレートの線膨張係数（ $L_c$ ）と上記圧電素子の線膨張係数（ $L_p$ ）の差が、 $|L_c - L_p| \leq 5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  の条件を満たすマシナブルセラミックスからなると共に、該カバープレートに、カバープレートよりも熱伝導率が高い天板が設けられることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【請求項2】 上記カバープレートは、ヤング率が  $50 \sim 200 \text{ GPa}$  であることを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項3】 上記カバープレートは、曲げ強度が  $100 \sim 250 \text{ MPa}$  であることを特徴とする請求項1又は2記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項4】 上記カバープレートは、ビッカース硬度が  $5.0 \text{ GPa}$  以下であることを特徴とする請求項1、2又は3記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項5】 上記カバープレートは、誘電率（ $\epsilon$ ）が  $100$  以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項6】 上記天板は、記録ヘッドをキャリッジに搭載するための支持体となることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項7】 上記天板の厚みは、 $1.0 \text{ mm} \sim 10.0 \text{ mm}$  であることを特徴とする請求項6記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項8】 上記カバープレートと上記天板とを接着する接着剤は、エポキシ系接着剤に、 $\text{Ag}$  粒子を添加してなることを特徴とする請求項1～7のいずれ

かに記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項 9】 上記カバープレートと上記圧電素子とを接着する接着剤は、エポキシ系接着剤に、窒化アルミニウム、アルミナ又はシリカを添加してなることを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【請求項 10】 上記天板とカバープレートとの間の接着剤の膜厚は、 $50 \sim 70 \mu\text{m}$  であり、上記圧電素子とカバープレートとの間の接着剤の膜厚は、 $5 \sim 10 \mu\text{m}$  であることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、簡易な構造によりインク吐出時に発生する駆動熱を放熱し、高速駆動時に起こるインク粘度の低下による不具合を解消することのできるインクジェット記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、分極された圧電素子に多数の溝を形成してアクチュエータ基板を構成し、該アクチュエータ基板の上面にカバープレートを接着することにより、上記圧電素子により区画される多数の圧力発生室を形成し、隣接する圧力発生室間の圧電素子に電界を印加することにより該圧電素子を変形させて圧力発生室内のインクをノズルプレートに形成されたノズル穴から吐出させるようにした、いわゆるシェアーモードタイプのインクジェット記録ヘッド（以下、シェアーモードヘッドとも言う。）が知られている。

【0003】

このシェアーモードヘッドは、圧電素子の中にインク溝となるインクチャネルを形成するので、駆動により圧電素子が発熱すると、この熱がインクに伝わり、インクが加熱される。インク温度が加熱により上昇すると、粘度が低下して吐出速度が速くなり、着弾位置が狙った位置からずれて画質を大幅に低下させる原因となる。

## 【 0 0 0 4 】

このためシェアーモードヘッドでは、積極的に放熱対策を採らないと、或いは放熱対策が不十分であると、圧電素子で発生した熱の逃げ場がなく、熱がインクに伝わってしまうため、インク粘度が低下し、インク滴の吐出速度が上昇して、一定速度で移動する記録媒体に対して着弾誤差となり、画像を劣化させる。

## 【 0 0 0 5 】

この発熱の影響は、画像に敏感に影響し、たとえば20Vの駆動電圧で20p1のインク滴を17kHzで2秒間連続吐出するとき、具体的には、広幅の記録媒体の端から端までの間の距離を約1350mmとして、キャリッジが約600mm/secの速度で往復して、往動時と復動時に印刷するとき、往動時に約2秒間吐出すると印刷が終わるが、印刷の終わりで吐出速度が0.1m/sec以上上昇し、画像濃度が0.01以上変化する。これはヘッドが発熱して、この熱がインクに伝わり、インクの粘度が低下したためである。

## 【 0 0 0 6 】

往動から復動への切り替えのため、吐出を中止している間、ヘッドの温度が下がり、キャリッジの移動方向を反転して印刷すると、また印刷の開始と終わりで画像濃度が0.01以上変化する。0.01の濃度差は僅かであるが、この濃度差が同じ場所に並んで現れるので、広幅画像の左右両端に、肉眼で濃度ムラがあることを検出することができる。このような濃度差を肉眼で検出できないようにするには、2秒間連続吐出する間、ヘッドの発熱による吐出速度の上昇を0.1m/sec以下、濃度変化を0.01以下に抑える必要がある。

## 【 0 0 0 7 】

インク温度の上昇による吐出速度が上昇する程度は、低粘度インクと高粘度インクとでは違うが、例えば室温で10cpの高粘度インクは、1℃温度が上昇すると、吐出速度が0.3m/sec増大することが知られている。従って、広幅の記録媒体を端から端までフルに印刷する場合、ヘッド内のインクの温度上昇を0.3℃以内に抑えなければならない。長時間吐出を続けると、圧電素子に熱が蓄積してインクに伝わり、インクの温度が少しずつ上昇するが、通常、ヘッドにはサーミスタが備えられ、インクの温度を検出して駆動電圧を変化させ、吐出速

度を一定に保つように制御できるように構成されているが、応答には 10 秒程度の時間遅れがあるため、1 ラインを印刷する間、10 秒以下で起こる温度上昇には到底対応できない。

#### 【0008】

広幅の記録媒体を 1 スキャンする約 2 秒間の連続吐出によるヘッド温度の上昇は、僅かであると予想されるが、この短時間に起こる温度上昇を防ぐには、ヘッドの放熱を良くして、圧電素子で発生した熱がインク側に流れないようにすることが最良の対策である。

#### 【0009】

従来、インクジェット記録ヘッドにおいて、熱伝導性が良好で絶縁性のあるセラミック基板の内部に駆動回路 IC を組み込み、IC が発生する熱をセラミック板により放熱する技術（特許文献 1）や、高熱伝導性基盤に高熱伝導性のフィルム接着テープで発熱素子を接合する技術（特許文献 2）が知られている。

#### 【0010】

しかし、圧電素子の熱を放熱するために、圧電素子に接する部材を熱伝導性の高い部材で構成するだけでは不十分であり、以下の問題が解決できない。

#### 【0011】

すなわち、シェアーモードヘッドは、インク流路の長さで吐出量や周波数が決まるので、微小液滴を高周波吐出するには、インクチャネルの長さを 1 mm 以下とする必要がある。このため、長さ数 cm の圧電素子に溝を研削し、電極を形成してインクチャネル上面を覆うようにカバープレーートを接着した後、インクチャネルが所定の長さになるように切り分ける必要がある。このとき、圧電素子とカバープレーートの物性が大きく異なると、例えば圧電素子より硬いセラミックスをカバープレーートに使用した場合、硬い材料に合わせて切削条件を設定すると、柔らかい材料である圧電素子が過度に削られ、インクチャネルとなる溝が大きく削られてしまう。また、柔らかい圧電素子の方に切削条件を合わせると、硬いカバープレーートをきれいに切断することができない。この切断面にはインクを吐出するためのノズルが形成されたノズルプレートを接着するため、切断面に凹凸があると、ノズルプレートが平滑にならず、ノズルから吐出されるインク滴の吐出方

向が曲がってしまう問題がある。

【0012】

このため、圧電素子の切断面を研磨、平滑化してからノズルプレートを接着する必要があるが、研磨は時間が掛かり、面倒であり、また、研磨時にインク流路が詰まったり、汚れる問題がある。

【0013】

圧電素子として専ら使用されるPZTは、ヤング率が50GPa程度と、セラミックスとしては低く、ダイヤモンドカッターで研削すれば平滑な研削面が得られるが、圧電素子以外のセラミックス、例えばアルミナは、ヤング率が300～400GPaと高いので、PZTとアルミナを接着したものは切断が難しく、平滑な切断面が得られないために、切断面をさらに長時間研磨する必要がある。

【0014】

カバープレートには圧電素子と同一材料を用いることが、熱膨張を考慮する必要なく、また、きれいな切断面で切削加工できる点で望ましいが、例えばPZTからなる圧電素子では熱伝導率が1.5～2W/mKと低いので、圧電素子内部で発生した熱が逃げにくい。このため、カバープレートに圧電素子と同様の材料を使用すると、インクチャネルが熱伝導率の悪い材料で囲まれることとなり、圧電素子内部で発生した熱が逃げられず、結局上述したようにインク温度を上昇させてしまう。

【0015】

また、シェアーモードヘッドにおいて、圧電素子に形成されたインクチャネルの上面を覆うカバープレートに、熱伝導率の良いセラミックスを使用し、高熱伝導率の接着剤で接着する技術が知られている（特許文献3）が、上述した切削加工時に見られる問題点については何ら触れられていない。

【0016】

【特許文献1】特開平10-217454号公報

【特許文献2】特開2001-150680号公報

【特許文献3】特開2000-135788号公報

【0017】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述の従来技術と異なり、カバープレート材料として、圧電素子よりも熱伝導率が高い材料を使用して放熱を改良し、圧電素子と線膨張係数が近い材料を使用してヘッド製造中や使用中に起こるヘッドの歪みや剥離を防止でき、また、カバープレートと圧電素子との接着物の切断面を研磨する必要のない信頼性の高いインクジェット記録ヘッドを提供することを課題とする。

## 【0018】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題は、以下の各発明によって解決される。

## 【0019】

1. 分極された圧電素子に多数の溝を形成してアクチュエータ基板を構成し、該アクチュエータ基板の上面にカバープレートを接着することにより、上記圧電素子により区画される多数の圧力発生室を形成し、隣接する圧力発生室間の圧電素子に電界を印加することにより該圧電素子を変形させて圧力発生室内のインクをノズルプレートに形成されたノズル穴から吐出させるようにしたインクジェット記録ヘッドにおいて、上記カバープレートは、上記圧電素子よりも熱伝導率が高く、上記カバープレートの線膨張係数 ( $L_c$ ) と上記圧電素子の線膨張係数 ( $L_p$ ) の差が、 $|L_c - L_p| \leq 5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  の条件を満たすマシナブルセラミックスからなると共に、該カバープレートに、カバープレートよりも熱伝導率が高い天板が設けられることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

## 【0020】

2. 上記カバープレートは、ヤング率が  $50 \sim 200 \text{ GPa}$  であることを特徴とする1記載のインクジェット記録ヘッド。

## 【0021】

3. 上記カバープレートは、曲げ強度が  $100 \sim 250 \text{ MPa}$  であることを特徴とする1又は2記載のインクジェット記録ヘッド。

## 【0022】

4. 上記カバープレートは、ビッカース硬度が  $5.0 \text{ GPa}$  以下であることを特徴とする1、2又は3記載のインクジェット記録ヘッド。

【 0 0 2 3 】

5. 上記カバープレートは、誘電率 ( $\epsilon$ ) が 1 0 0 以下であることを特徴とする 1 ~ 4 のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【 0 0 2 4 】

6. 上記天板は、記録ヘッドをキャリッジに搭載するための支持体となることを特徴とする 1 ~ 5 のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【 0 0 2 5 】

7. 上記天板の厚みは、1. 0 mm ~ 1 0. 0 mm であることを特徴とする 6 記載のインクジェット記録ヘッド。

【 0 0 2 6 】

8. 上記カバープレートと上記天板とを接着する接着剤は、エポキシ系接着剤に、A g 粒子を添加してなることを特徴とする 1 ~ 7 のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【 0 0 2 7 】

9. 上記カバープレートと上記圧電素子とを接着する接着剤は、エポキシ系接着剤に、窒化アルミニウム、アルミナ又はシリカを添加してなることを特徴とする 1 ~ 8 のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【 0 0 2 8 】

1 0. 上記天板とカバープレートとの間の接着剤の膜厚は、5 0 ~ 7 0  $\mu$  m であり、上記圧電素子とカバープレートとの間の接着剤の膜厚は、5 ~ 1 0  $\mu$  m であることを特徴とする 1 ~ 9 のいずれかに記載のインクジェット記録ヘッド。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【 0 0 3 0 】

図 1 は本発明に係るインクジェット記録ヘッドの一例を示す縦断面図、図 2 は、記録ヘッドを図 1 の II - II 線に沿って切断した場合の断面図である。

【 0 0 3 1 】

図 1 において、H は記録ヘッド、1 はアクチュエータ基板、2 はノズルブレー

ト、3はノズル穴、4は圧力発生室としてのインクチャネル、5は側壁、6はカバープレート、7はマニホールド、8はFPC（フレキシブルプリント基板）である。

#### 【0032】

なお、本実施形態に示す記録ヘッドHは、2つのアクチュエータ基板1をノズル間隔の1/2だけずらせて背中合わせに接着することにより、図中の一点鎖線で示す中心線に対して上下に対称状に構成されている。これにより、ヘッド幅を変えることなく、ノズル数を倍に増やし、ノズル密度を倍に高めることができる。

#### 【0033】

アクチュエータ基板1は、互いに分極方向が異なる2枚の圧電素子1a、1bを接着剤を介して上下に貼り合わせ、その上側の圧電素子1aからダイヤモンドブレード等により溝状の複数のインクチャネル4が全て同じ形状で平行に切削加工されており、これにより隣接するインクチャネル4は、矢印の方向に分極された側壁5によって区画されている。また、インクチャネル4は、圧電素子1のインクチャネル出口側（図1における左側）の深溝部4aと、該深溝部4aからインクチャネル入口側（図1における右側）に行くに従って徐々に浅くなる浅溝部4bとを有している。

#### 【0034】

圧電素子1a、1bに使用される圧電材料としては、電圧を加えることにより形状変化を生じるものであれば特に限定されず、公知のものが用いられ、有機材料からなる基板であっても良いが、圧電性非金属材料からなる基板が好ましく、この圧電性非金属材料からなる基板として、例えば成形、焼成等の工程を経て形成されるセラミックス基板、又は成形、焼成を必要としないで形成される基板等がある。有機材料としては、有機ポリマー、有機ポリマーと無機物とのハイブリッド材料が挙げられる。

#### 【0035】

セラミックス基板としては、PZT（ $\text{PbZrO}_3\text{—PbTiO}_3$ ）、第三成分添加PZTがあり、第三成分としては $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/2}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 、 $\text{Pb}(\text{Mn}_1$

$_{1/3}\text{Sb}_{2/3})\text{O}_3$ 、 $\text{Pb}(\text{Co}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 等があり、さらに $\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 等を用いて形成することができる。

## 【0036】

また、成形、焼成を必要としないで形成される基板として、例えば、ゾルゲール法、積層基板コーティング等で形成することができる。ゾルゲール法によれば、ゾルは所定の化学組成を持つ均質な溶液に、水、酸あるいはアルカリを添加し、加水分解等の化学変化を起こさせることによって調整される。さらに、溶媒の蒸発や冷却等の処理を加えることによって、目的組成の微粒子あるいは非金属無機微粒子の前駆体を分散したゾルが作成され、基板とすることができる。異種元素の微量添加も含めて、化学組成の均一な化合物を得ることができ、出発原料には一般にケイ酸ナトリウム等の水に可溶な金属塩あるいは金属アルコキシドが用いられ、金属アルコキシドは、一般式 $\text{M}(\text{OR})_n$ で表される化合物で、 $\text{OR}$ 基が強い塩基性を持つため容易に加水分解され、有機高分子のような縮合過程を経て、金属酸化物あるいはその水和物に変化する。

## 【0037】

また、積層基板コーティングとして、気相から蒸着させる方法があり、気相からセラミックの基板を作成する方法には、物理的手段による蒸着方法と、気相あるいは基板表面の化学反応による製法の二通りに分類され、さらに、物理蒸着法（ $\text{PVD}$ ）は、真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法等に細分され、また化学的方法にも気相化学反応法（ $\text{CVD}$ ）、プラズマ $\text{CVD}$ 法などがある。物理蒸着法（ $\text{PVD}$ ）としての真空蒸着法は、真空中で対象とする物質を加熱して蒸発させ、その蒸気を基板上に付着させる方法で、スパッタ法は目的物質（ターゲット）に高エネルギー粒子を衝突させ、ターゲット表面の原子・分子が衝突粒子と運動量を交換して、表面からはじきだされるスパッタリング現象を利用する方法である。またイオンプレーティング法は、イオン化したガス雰囲気中で蒸着を行う方法である。また、 $\text{CVD}$ 法では、膜を構成する原子・分子あるいはイオンを含む化合物を気相状態にしたのち、適当なキャリアーガスで反応部に導き、加熱した基板上で反応あるいは反応析出させることによって膜を形成し、プラズマ $\text{CVD}$ 法はプラズマエネルギーで気相状態を発生させ、 $400^\circ\text{C}\sim 500^\circ\text{C}$

℃までの比較的低い温度範囲の気相化学反応で、膜を析出させる。

【 0 0 3 8 】

アクチュエータ基板 1 の上面には、全インクチャネル 4 に亘って深溝部 4 a 上を覆うようにカバープレート 6 が接着剤を介して接着されると共に、各インクチャネル 4 の浅溝部 4 b 上にインクチャネル 4 内へのインク流入口 4 c が形成され、このインク流入口 4 c を覆うようにマニホールド 7 が接着剤を介して接着されている。また、カバープレート 6 が接着されたアクチュエータ基板 1 の前端面には、ノズル穴 3 が開設されたノズルプレート 2 が接着剤を介して接着される。

【 0 0 3 9 】

各インクチャネル 4 内には、その両側面から底面にかけて金属電極 9 が形成されており、この金属電極 9 は、浅溝部 4 b を通って圧電素子 1 の後部側上面 1 c まで延びている。各金属電極 9 には、この後部側上面 1 c において A C F（異方性導電フィルム）10 を介して F P C 8 が接着されており、図示しない駆動回路から F P C 8 の裏面に形成された電極 8 a を介して各金属電極 9 に駆動電圧を印加することにより側壁 5 をせん断変形させ、その変形時の圧力によりインクチャネル 4 内のインクをノズルプレート 2 に形成されたノズル穴 3 から吐出するようになっている。

【 0 0 4 0 】

金属電極 9 に用いられる金属としては、白金、金、銀、銅、アルミニウム、パラジウム、ニッケル、タンタル、チタンを用いることができ、特に、電気的特性、加工性の点から、金、アルミニウム、銅、ニッケルが好ましく、めっき、蒸着、スパッタで形成される。特に、無電解めっきにより形成することが好ましい。圧電素子は粒径数  $\mu\text{m}$  程度の粒子で構成されているため、その表面は粗く、例えばアルミニウムを用いて斜め蒸着により電極を形成しても、均一な電極を形成できず、駆動電圧が高くなる傾向がある。一方、無電解めっきは、下地に沿って均一に金属が析出するため、駆動電圧を蒸着の場合に比べて低くすることができる。この無電解めっきにはニッケルが好ましい。

【 0 0 4 1 】

本発明において、アクチュエータ基板 1 と直接接触するカバープレート 6 には

、圧電素子 1 a、1 b よりも熱伝導率が高く、カバープレート 6 の線膨張係数 ( $L_c$ ) と上記圧電素子 1 a、1 b の線膨張係数 ( $L_p$ ) の差が、 $|L_c - L_p| \leq 5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  の条件を満たすマシナブルセラミックスからなると共に、該カバープレート 6 に、カバープレート 6 よりも更に熱伝導率が高い天板 1 1 が設けられることを特徴とする。

## 【 0 0 4 2 】

カバープレート 6 に圧電素子 1 a、1 b よりも熱伝導率の高い材料を用いることで、圧電素子 1 a、1 b の内部で発生した熱をカバープレート 6 側に逃がすことができ、インクチャネル 4 内のインクの温度上昇を抑えることができる。例えば、圧電素子 1 a、1 b に P Z T を使用した場合、P Z T の熱伝導率は 1. 5 ~ 2 W / m K であるため、これよりも熱伝導率が高いマシナブルセラミックスを用いる。熱伝導率は圧電素子 1 よりも 5 W / m K 以上高いことが好ましく、より好ましくは 1 0 W / m K 以上、最も好ましくは 5 0 W / m K 以上高いことである。

## 【 0 0 4 3 】

マシナブルセラミックスとは、一般に快削性セラミックスとも言われ、機械加工が容易なセラミックスのことである。一般に、セラミックスはきわめて加工性が悪く、高価なダイヤモンドカッターを使用しても加工能率が極めて悪く、加工コストが高いという欠点があるが、マシナブルセラミックスは、普通の金属加工用の工作機械と工具で加工することができる。

## 【 0 0 4 4 】

マシナブルセラミックスには、マイカ硝子セラミックスと内部に微小亀裂を無数に持つ窒化アルミニウムがある。前者は、ガラス質マトリックスに、フッ素金雲母の微結晶が三次元的に無秩序に析出した構造を持ち、切削工具の刃先がこのセラミックスを割り進むと、雲母結晶が優先的に破壊され、割れをその部分にだけに止めて、微細な切り粉を放出する。具体的にはコーニングガラスワークス社製の「マコール」、(株)住金セラミックス社製の「ホットパールII」が挙げられる。

## 【 0 0 4 5 】

後者は、内部に微細な亀裂を無数に生じるタイプであり、加工性に優れ、また

、熱伝導率が十分に高いために特に好ましい。特に Al 成分比 70% 以上の窒化アルミニウム-窒化ボロンが好ましい。具体的には、(株)住金セラミックス社製の AlN-BN (窒化アルミニウム-窒化ボロン)、(株)トクヤマ社製の「シェイパル M s o f t」が挙げられる。

## 【 0 0 4 6 】

また、 $MgO \cdot SiO_2$ 系マイカセラミックスとして(株)京セラ社製の「フォルステライト」がある。

## 【 0 0 4 7 】

このカバープレート 6 に用いられるマシナブルセラミックスは、その線膨張係数 ( $L_c$ ) が圧電素子 1 a、1 b の線膨張係数 ( $L_p$ ) と、 $|L_c - L_p| \leq 5 \times 10^{-6}/^{\circ}C$  の条件を満たす必要がある。すなわち、圧電素子 1 a、1 b の線膨張係数に近いことが好ましい。その理由は、カバープレート 6 を圧電素子 1 a、1 b により形成されたアクチュエータ基板 1 と接着する際、熱硬化型接着剤が使用されるが、カバープレート 6 の線膨張係数が圧電素子 1 a、1 b のそれとかけ離れていると、冷却時に歪みが生じたり、材料間で剥離が生じる問題があるためである。また、上記の条件を満たすことにより、圧電素子 1 a、1 b の内部の熱によってカバープレート 1 との間に上記同様の歪みや剥離が発生する事態を抑えることもできる。好ましくは  $|L_c - L_p| \leq 3 \times 10^{-6}/^{\circ}C$  の条件を満たすことである。

## 【 0 0 4 8 】

なお、上記で例示したマシナブルセラミックスの熱伝導率 ( $W$ ) 及び線膨張係数 ( $L_c$ ) をいくつか示すと、(株)住金セラミックス社製の AlN-BN :  $W = 90$ 、 $L_c = 4.6$  (r.t~500℃)、(株)トクヤマ社製の「シェイパル M s o f t」 :  $W = 90$ 、 $L_c = 4.4$ 、(株)住金セラミックス社製の「ホットベール II」 :  $W = 19.5$ 、 $L_c = 1.4$ 、(株)京セラ社製の「フォルステライト」 :  $W = 7.8$ 、 $L_c = 10.5$  である。これらは圧電素子 1 として好ましく使用される PZT ( $W = 1.2$ 、 $L_c = 6.5$ ) に比べて、いずれも熱伝導率が高く、線膨張係数も上記条件を満たしている。

## 【 0 0 4 9 】

このカバープレート 6 には、該カバープレート 6 よりも熱伝導率が高い天板 1 1 が接着剤 1 2 を介して接着されている。この天板 1 1 は、カバープレート 6 を接着したアクチュエータ基板 1 を記録装置のキャリッジ（図示せず）に設けられた筐体 1 3 に取り付けるための支持体として機能すると共に、ノズルプレート 2 の表面と略同一平面状にすることで、ノズルプレート 2 表面のワイピング時のガイドをなす部材として機能している。この天板 1 1 をカバープレート 6 よりも熱伝導率の高い部材で構成することで、圧電素子 1 a、1 b 内部の熱を該圧電素子 1 a、1 b よりも熱伝導率が高いカバープレート 6 に逃がし、更に、カバープレート 6 からより熱伝導率の高い天板 1 1 に逃がすことで、この天板 1 1 をいわゆるヒートシンクとして機能させることができる。このため、天板 1 1 はカバープレート 6 よりも十分に広い面積を有していることが好ましく、また、接触面積が広い方が熱抵抗が小さく、熱容量が大きくなるので好ましい。例えば、接触面方向のインクチャネル 4 の長さ方向に沿った厚みは 1.0 ～ 10.0 mm が好ましい。

#### 【 0 0 5 0 】

天板 1 1 の材料は、カバープレート 6 よりも熱伝導率が高いものであれば良く、アルミニウム（熱伝導率  $W = 236 \text{ W/mK}$ ）、黄銅（ $W = 106$ ）、銅（ $W = 403$ ）、アルミダイキャスト（ $W = 90$ ）が好ましく用いられる。中でも加工性、コストの点でアルミニウムが最も好ましい。

#### 【 0 0 5 1 】

圧電素子 1 a、1 b で発生した熱をカバープレート 6 を経由してこの天板 1 1 に効率的に逃がすには、両者を接着する接着剤 1 2 も高い熱伝導率を有していることが好ましい。この観点から、カバープレート 6 と天板 1 1 とを接着する接着剤 1 2 には、エポキシ系接着剤に Ag（銀）粒子を添加することが好ましい。エポキシ系接着剤は極めて熱伝導率が悪い（ $0.1 \sim 0.2 \text{ W/mK}$ ）が、Ag を添加することで、接着剤 1 2 の熱伝導率は  $3 \sim 5 \text{ W/mK}$  に改善される。一般に、熱伝導率  $k$ （ $\text{W/mK}$ ）を持つ材料の厚みが  $L$ （ $\text{m}$ ）、面積が  $A$ （ $\text{m}^2$ ）の時、その材料の伝熱抵抗  $R_c$  は、 $R_c = L / k \cdot A$ （ $\text{K/W}$ ）で表されるので、 $L$  をできるだけ小さく、 $A$  をできるだけ大きくすることが好ましい。

## 【 0 0 5 2 】

このため、接着剤 1 2 の膜厚は、薄い方が熱抵抗が小さくなるために好ましい。また、天板 1 1 の表面は放熱効果を高めるために粗い方が好ましいが、接着層に気泡が介在すると、空気の熱伝導率は極めて悪いので、気泡が入らないように、天板 1 1 とカバープレート 6 の間の接着剤 1 2 の膜厚を  $50 \sim 70 \mu\text{m}$  とすることが好ましい。

## 【 0 0 5 3 】

また、カバープレート 6 とアクチュエータ基板 1 との間に介在させる接着剤 1 4 も熱伝導性が高いことが好ましい。ここは金属電極 9 と接しているので電気絶縁性が要求されるため、エポキシ系接着剤に熱伝導性が大きい A 1 N、アルミナ又はシリカの微粒子を添加してなるものが好ましい。エポキシ系接着剤は極めて熱伝導率が悪い ( $0.1 \sim 0.2 \text{ W/mK}$ ) が、窒化アルミニウム (A 1 N)、アルミナ又はシリカといった高熱伝導率のセラミック粒子を添加することで、熱伝導率が改善され (A 1 N の場合で  $0.5 \sim 1.0 \text{ W/mK}$ )、アクチュエータ基板 1 の熱を有効にカバープレート 6 側に放熱することができる。このカバープレート 6 とアクチュエータ基板 1 との間の接着剤の膜厚は、 $5 \sim 10 \mu\text{m}$  が好ましい。 $5 \mu\text{m}$  より薄いと接着層に気泡が入り易く、 $10 \mu\text{m}$  より厚いとインクチャネル 4 の変形効率が低下する。

## 【 0 0 5 4 】

本発明において、カバープレート 6 は誘電率 ( $\epsilon$ ) が低い方が好ましい。その理由は、誘電率が低い方が、圧電素子 1 a、1 b からの電界の漏れが少なくなり、駆動電圧を低下させることができるためである。駆動電圧を低下させれば、圧電素子 1 a、1 b の発熱を抑えることができる。具体的には、誘電率 ( $\epsilon$ ) は 100 以下、好ましくは 10 以下である。例えば、上記 (株) 住金セラミックス社製の A 1 N - B N では、 $\epsilon = 7.1$ 、(株) 住金セラミックス社製の「ホットベール II」では、 $\epsilon = \sim 6$ 、(株) 京セラ社製の「フォルステライト」では、 $\epsilon = 6.8$  である。これは P Z T の誘電率が  $2000 \sim 4000$  であるのに比べて極めて低い。

## 【 0 0 5 5 】

また、カバープレート 6 は、曲げ強度が大きい方が好ましく、具体的には 1 0 0 M P a 以上、より好ましくは 2 0 0 M P a 以上であることである。その理由は、アクチュエータ基板 1 が変形したとき、カバープレート 6 の撓みが少ない程、吐出効率が良くなるためである。例えば、上記（株）住金セラミックス社製の A 1 N - B N の曲げ強度は 2 9 4 M P a、（株）住金セラミックス社製の「ホットベール II」の曲げ強度は 4 4 0 M P a である。この曲げ強度が 1 0 0 M P a よりも小さいと、吐出効率が低下して駆動電圧が高くなるために好ましくない。

## 【 0 0 5 6 】

更に、カバープレート 6 は、ヤング率が 5 0 ~ 2 0 0 G P a であることが好ましい。圧電素子 1 a、1 b のヤング率は 5 0 G P a 程度であるので、5 0 G P a より大きいと、圧電素子 1 a、1 b の変形の影響を受けにくくなり、吐出効率が向上する。しかし、2 0 0 G P a より高くなると、カバープレート 6 のマシナブル性が失われ、切断性が劣る。

## 【 0 0 5 7 】

また、カバープレート 6 のビッカース硬度は 5 . 0 G P a 以下とすることが好ましい。5 . 0 G P a を越えると、研削性が悪くなり、きれいに切断できなくなる。またはダイヤモンドカッターの寿命が短くなる。

## 【 0 0 5 8 】

また、ノズルプレート 2 も圧電素子 1 a、1 b より熱伝導率が高いことが好ましい。すなわち、このノズルプレート 2 は、アクチュエータ基板 1 及びカバープレート 6 の前端面に接着されるため、このノズルプレート 2 を圧電素子 1 a、1 b よりも熱伝導率を高くすることで、圧電素子 1 a、1 b 内部の発熱をカバープレート 6 からの放熱に加えてノズルプレート 2 からも放熱することができる。

## 【 0 0 5 9 】

このノズルプレート 2 の材料としては、圧電素子 1 a、1 b よりも熱伝導率の高いものであれば良いが、一般に樹脂は圧電素子より熱伝導率が低いので好ましくない。従って、ノズルプレート 2 の材料は金属が好ましい。例えば、ステンレスの熱伝導率は 1 5 W / m K であるため、ノズルプレート材料として一般に使用されるポリイミド樹脂の熱伝導率が 0 . 1 ~ 0 . 2 W / m K 程度であるのに比べ

て、放熱効果を高めることができる。中でも、線膨張係数が圧電素子 1 に近いコパールや 4 2 アロイが好ましい。

#### 【0060】

##### 【実施例】

##### 実施例 1

分極した圧電素子（住友金属社製「H5D」：、熱伝導率 $W = 1.5 \text{ W/mK}$ 、線膨張係数 $= 5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ）にダイヤモンドカッターを用いて、インクチャネルとなる幅 $80 \mu\text{m}$ 、深さ $200 \mu\text{m}$ 、長さ $6 \text{ cm}$ のインク溝を $768$ 溝設けてアクチュエータ基板を形成し、このインクチャネル内の側壁に無電解めっきによりニッケル電極を形成した。

#### 【0061】

この圧電素子に高熱伝導性のマシナブルセラミックスである（株）住金セラミックスアンドクォーツ社製の窒化アルミニウム（ $\text{AlN-BN}$ ）（熱伝導率 $W = 90.0 \text{ W/mK}$ 、線膨張係数 $= 4.9 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ）からなるカバープレートを、 $\text{AlN}$ 粒子を含む高熱伝導性のエポキシ接着剤（膜厚 $10 \mu\text{m}$ 、 $W = 1.0 \text{ W/mK}$ ）で接着した。

#### 【0062】

得られた接着物をダイヤモンドカッターで切断して、インクチャネルの長さを $1 \text{ mm}$ とし、次いで、ポリイミド樹脂製のノズルプレートとマニホールドを室温硬化性の接着剤で接着して、各電極とつながるように FPC を接続した。カバープレートの上面には、 $\text{Ag}$ 粒子を含む高熱伝導率のエポキシ系接着剤（膜厚 $50 \mu\text{m}$ 、 $W = 3.0 \text{ W/mK}$ ）でアルミニウム製の天板（厚さ $1 \text{ mm}$ ）を接着した。

#### 【0063】

このようにした構成した記録ヘッドをキャリッジに取り付け、2 秒間連続吐出して、吐出開始時と吐出終了時のインク滴の速度と、印刷された画像の濃度を測定した。

#### 【0064】

##### 実施例 2

接着剤として、熱伝導性粒子を含まない普通のエポキシ系接着剤 ( $W = 0.3 \text{ W/mK}$ ) を使用した以外は、実施例 1 と同一とした。

【 0 0 6 5 】

#### 実施例 3

電極をアルミニウムで形成し、接着剤として、熱伝導性粒子を含まない普通のエポキシ系接着剤 ( $W = 0.3 \text{ W/mK}$ ) を使用し、更にノズルプレートにステンレスを使用した以外は、実施例 1 と同一とした。

【 0 0 6 6 】

#### 実施例 4

電極をアルミニウムで形成し、カバープレートをマイカセラミック系のマシンブルセラミックスである (株) 住金セラミックスアンドコーツ社製の「ホットベール II」 ( $W = 19.5 \text{ W/mK}$ ) を、熱伝導性粒子を含まない普通のエポキシ系接着剤 ( $W = 0.3 \text{ W/mK}$ ) で接着し、ノズルプレートとしてステンレスを使用した以外は、実施例 1 と同一とした。

【 0 0 6 7 】

#### 比較例 1

カバープレートにアルミナセラミックス基板 (熱伝導率  $W = 33 \text{ W/mK}$ ) を使用し、接着剤として熱伝導性粒子を含まない普通のエポキシ系接着剤 ( $W = 0.3 \text{ W/mK}$ ) を用いた以外は、実施例 1 と同一とした。

【 0 0 6 8 】

#### 比較例 2

カバープレートに脱分極した圧電素子 (P Z T : 熱伝導率  $W = 1.5 \text{ W/mK}$ ) を使用し、天板にエンジニアリングプラスチックである P E I (ポリエーテルイミド : 熱伝導率  $W = 0.1 \text{ W/mK}$ ) を使用し、接着剤として熱伝導性粒子を含まない普通のエポキシ系接着剤 ( $W = 0.3 \text{ W/mK}$ ) を用いた以外は、実施例 1 と同一とした。

【 0 0 6 9 】

評価は、得られた画像を目視確認して以下の基準により画質を評価した。結果を表 1 に示す。

【 0 0 7 0 】

◎：印刷ムラがなく、非常に鮮明であった。

○：印刷ムラが目立たず、鮮明であった。

△：やや印刷ムラが目立ち、やや画質が劣化していた。

×：印刷ムラが目立ち、画質が悪かった。

【 0 0 7 1 】

なお、表 1 中の接着剤 1 は天板とカバープレートとの間の接着剤、接着剤 2 はカバープレートと圧電素子との間の接着剤を示す。

【 0 0 7 2 】

【表 1】

	天板	接着剤 1	カバープレート	接着剤 2	圧電素子	ノズルプレート	電極	駆動電圧	2 秒吐出の 速度変化	左右端の 濃度差	評価
実施例 1	Al	Ag + エボキシ	AlN	AlN + エボキシ	PZT	ポリイミド	Ni	17 V	0.05m/s	0.005	◎
実施例 2	Al	エボキシ	AlN	エボキシ	PZT	ポリイミド	Ni	17 V	0.07m/s	0.006	○
実施例 3	Al	エボキシ	AlN	エボキシ	PZT	ステンレス	Al	20 V	0.08m/s	0.008	○
実施例 4	Al	エボキシ	ホトベールII	エボキシ	PZT	ステンレス	Al	20 V	0.08m/s	0.009	○
比較例 1	Al	エボキシ	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	エボキシ	PZT	ポリイミド	Ni	17 V	0.29m/s	0.046	×
比較例 2	PET	エボキシ	PZT	エボキシ	PZT	ポリイミド	Ni	17 V	0.35m/s	0.034	×

## 【 0 0 7 3 】

実施例 1 では、大判の記録媒体の端から端まで約 1 3 5 0 mm を、約 2 秒かけて印刷するとき、ヘッド発熱による印刷濃度の上昇は 0. 0 0 5 であり、印刷ムラを確認できなかった。また、この記録ヘッドは、インクチャネルの長さをダイヤモンドカッターを用いて切断して揃えた際、切断面はきれいとなり、研磨の必要はなかった。

## 【 0 0 7 4 】

実施例 2 は、熱伝導性の悪い接着剤を使用したので、実施例 1 に比べて少し濃度差が大きくなったが、肉眼では検出できず、画質は問題なかった。

## 【 0 0 7 5 】

実施例 3 は、電極にアルミニウムを使用したので、実施利射 1 に比べて駆動電圧が高くなり、濃度差も若干大きくなったが、肉眼ではほとんど検出できず、画質も問題なかった。

## 【 0 0 7 6 】

実施例 4 は、カバープレートが実施例 1 とは異なり、熱伝導性がやや劣るため、濃度差も大きくなったが、やはり肉眼ではほとんど検出できず、画質に問題はなかった。

## 【 0 0 7 7 】

比較例 1 は、カバープレートに加工性の悪い  $Al_2O_3$  を使用したので、圧電素子の長さを切り揃えるとき、切断面が荒れて、研磨する必要があった。また、ポリイミドの熱伝導率が悪いので、濃度差がかなり大きくなり、濃度差が肉眼で検出され、画質の劣化が目立った。

## 【 0 0 7 8 】

比較例 2 は、カバープレートに熱伝導性の悪い P Z T を使用し、天板に熱伝導性の悪い P E I を用いているため、更に濃度差が悪くなった。

## 【 0 0 7 9 】

## 【発明の効果】

本発明によれば、放熱効果に優れ、濃度ムラの発生がなく、歪みや剥離が起こらず、また、カバープレートと圧電素子との接着物の切断面を研磨する必要のな

い信頼性の高いインクジェット記録ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係るインクジェット記録ヘッドの一例を示す縦断面図

【図 2】 図 1 の II-II 線に沿って切断した場合の断面図

【符号の説明】

1 : アクチュエータ基板

1 a、1 b : 圧電素子

2 : ノズルプレート

3 : ノズル穴

4 : インクチャネル

5 : 側壁

6 : カバープレート

7 : マニホールド

8 : F P C

9 : 金属電極

1 0 : A C F

1 1 : 天板

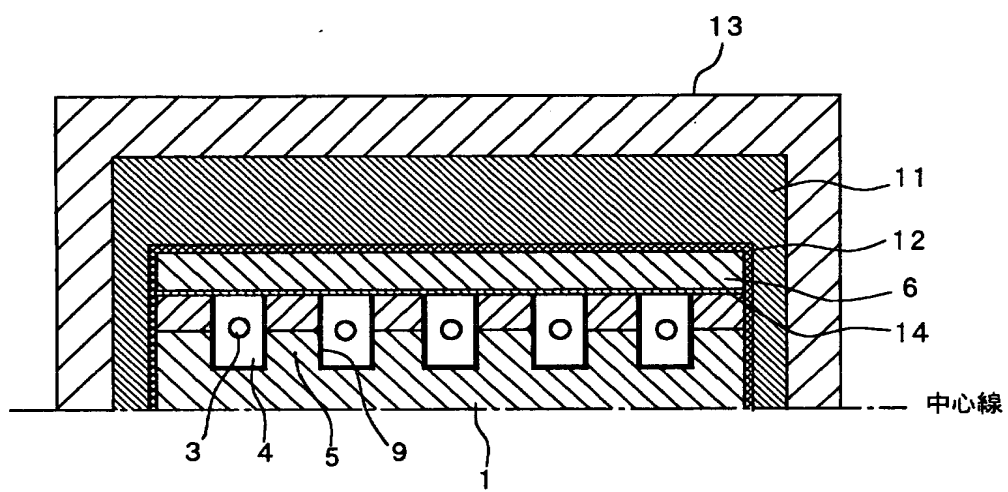
1 2 : 接着剤

1 3 : 筐体

1 4 : 接着剤



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】放熱を改良し、ヘッド製造中や使用中に起こるヘッドの歪みや剥離を防止でき、また、カバープレートと圧電素子との接着物の切断面を研磨する必要のない信頼性の高いインクジェット記録ヘッドを提供する。

【解決手段】分極された圧電素子に多数の溝を形成してアクチュエータ基板 1 を構成し、該アクチュエータ基板 1 の上面にカバープレート 6 を接着することにより、上記圧電素子により区画される多数の圧力発生室 4 を形成し、隣接する圧力発生室 4 間の圧電素子に電界を印加することにより該圧電素子 4 を変形させて圧力発生室 4 内のインクをノズルプレート 2 に形成されたノズル穴 3 から吐出させるようにしたインクジェット記録ヘッドにおいて、上記カバープレート 6 は、上記圧電素子よりも熱伝導率が高く、上記カバープレート 6 の線膨張係数 ( $L_c$ ) と上記圧電素子の線膨張係数 ( $L_p$ ) の差が、 $|L_c - L_p| \leq 5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  の条件を満たすマシナブルセラミックスからなると共に、該カバープレート 6 に、カバープレート 6 よりも熱伝導率が高い天板 11 が設けられることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-267308
受付番号	50201370586
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成14年 9月13日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月12日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001270]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
氏 名	コニカ株式会社